

Katodoluminescencija nitridiniuose junginiuose esančių defektų aplinkoje

Cathodoluminescence at the vicinity of III-nitride defects

Viktorija Mickūnaitė¹, Mantas Migauskas¹, Žydrūnas Podlipskas¹

¹Vilniaus universitetas, ²Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius
viktorija.mickunaite@ff.stud.vu.lt

III grupės nitridai dėl savo išskirtinių elektrinių ir optinių savybių, potencialo aprėpti visą regimosios šviesos diapazoną yra išsamiai tiriami siekiant plėsti jų pritaikymo galimybes bei nustatyti kvantinį našumą ribojančias priežastis, dėl kurių prastėja junginių veika.

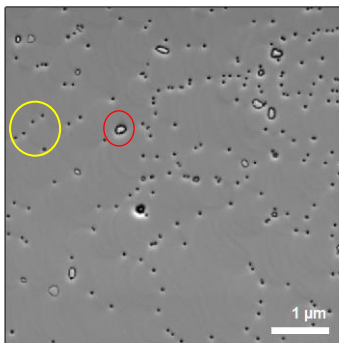
Didelę reikšmę III grupės nitriduose turi juose pasireiškiantys defektai: plokštuminiai pakavimo defektai, dislokacijos, taškiniai defektai. Dėl šių defektų kinta bandinių optinės ir elektrinės savybės, paviršiaus morfologija, prastėja bandinių kokybė.

Darbo metu pasinaudojant hibridine skenuojančio elektronų mikroskopo bei katodoluminescencijos spektroskopijos metodika iširti skirtingi III grupės nitridų bandiniai, nustatytos būdingos liuminescencijos tendencijos defektų aplinkoje bei įvertinta koreliacija tarp bangos ilgio ties intensyvumo maksimumu ir katodoluminescencijos intensyvumu.

Atlikus skirtingų AlGa₃N, InGa₃N, GaN bandinių analizę pastebėta, jog katodoluminescencijos intensyvumas ženkliai krenta ties dislokacijomis. Tai patvirtina, jog dislokacijos sparčiai išauga nespindulinės rekombinacijos tikimybė. Taip pat aplink dislokacijas pasireiškia dipolinio energijos poslinkio efektas[1] (liuminescencijos bangos ilgio poslinkis į mėlynąją ir raudonąją sritis), siejamas su skirtingų deformacijos sričių susidarymu bei atomų persiskirstymu šiose srityse.

Bangos ilgio poslinkiai stebimi ir makro defektų („laiptelių-terasų“ struktūrų) aplinkoje. Čia jie pasireiškia dėl skirtingos III grupės atomų augimo spartos skirtingos orientacijos kryptimis, sąlygojančios nevienodą atomų pasiskirstymą puslaidininkyje[2,3].

Išskirtinai InGa₃N pasireiškiančiuose V-tipo bei kilpiniuose defektuose (1 pav.) stebimas raudonasis liuminescencijos poslinkis. Šis efektas gali būti siejamas su didesne In koncentracija bei platesnių kvantinių duobių (QW) susidarymu[4] – mažesniu draustiniu energijų tarpu – minėtuose defektuose.



1 pav. InGa₃N SEM nuotraukoje stebimi defektai: geltonu apskritimu pažymėti V-tipo defektai, raudonu - kilpinis defektas.

Koreliaciją tarp atskirų sričių spinduliuojamo bangos ilgio bei intensyvumo stipriai veikia šių defektų sukelti lokalūs spinduliuotės spektro pokyčiai, kurie ir lemia koreliacijos stiprį tirtuose bandiniuose. Bandiniuose su dideliu taškinių defektų kiekiu, kurie gali veikti tiek kaip spindulinės, tiek nespindulinės rekombinacijos centrai, koreliacija tampa labai silpna arba neegzistuojanti. Šie defektai taip pat stipriai keičia ir bendrą bandinio spektrą, dėl ko tokių junginių spektrinės charakteristikos tampa sunkiau nuspėjamos.

Reikšminiai žodžiai: nitridai, puslaidininkiai, katodoluminescencija, defektai.

Literatūra

- [1] Massabuau, F. et al. (2018a) Alloy fluctuations at dislocations in III-nitrides: identification and impact on optical properties
- [2] Mickevičius, J. et al. (2023a) “Dynamics of double-peak photoluminescence in m-plane InGa₃N/GaN MQWs,” Journal of Luminescence, 257, p. 119732
- [3] Hou, M. et al. (2017a) “Excitonic localization at macrostep edges in AlGa₃N/AlGa₃N multiple quantum wells,” Superlattices and Microstructures, 104, pp. 397–401
- [4] Bruckbauer, J. et al. (2014a) “Cathodoluminescence hyperspectral imaging of trenchlike defects in InGa₃N/GaN quantum well structures,” Researchgate, 47(13), p. 135107